

МАКЕДОНСКО ГЕОЛОШКО ДРУШТВО

ТРЕТ КОНГРЕС

на

Геолозите на Република Македонија

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

**-КНИГА 2-**



**Уредници:**

Лепиткова, С. & Боев, Б.

*Струга, 2016*

*Посебно издание на  
Geologica Macedonica, № 4*

МАКЕДОНСКО ГЕОЛОШКО ДРУШТВО

ТРЕТ КОНГРЕС  
на  
Геолозите на Република Македонија

# ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

-КНИГА 2-

*Уредници:*  
Лепиткова, С. & Боев, Б.

Струга, 2016

**Издавач:** Македонско геолошко друштво

**Главни и одговорни уредници:** Проф. д-р Соња Лепиткова и  
Проф. д-р Блажо Боев

**Уреднички одбор:** Проф. д-р Тодор Серафимовски (Р.Македонија), Проф. д-р Блажо Боев (Р.Македонија), Acad. Prof. Vladimir Bermanec PhD (Croatia), Акад. проф д-р Владица Цветковиќ (Србија), Acad. prof. Ivan Zagorchev PhD (Bulgaria), Prof. Tadej Dolenec PhD (Slovenia), Prof. David Alderton PhD (Great Britain), Prof. Wolfgang Todt PhD (Germany), Акад. проф. д-р Николај С. Бортников (Русија), Prof. Clark Burchfield PhD (USA), Prof. Thierry Auge PhD (France), Проф. д-р Тодор Делипетров (Р.Македонија), Проф. д-р Милорад Јовановски (Р.Македонија), Проф. д-р Споменко Михајловиќ (Србија), Проф. д-р Драган Миловановиќ (Србија), Проф. д-р Дејан Прелевиќ (Germany), Prof. Albrecht von Quadt (Switzerland) PhD.

**Технички уредник:** Доц. д-р Игор Пешевски

**Печати:** Печатница "2-ри Август С" -Штип

**Тираж:** 300 примероци

## Организационен одбор на Третиот Конгрес на Геолозите на Република Македонија

**Претседател:** Проф. д-р Соња Лепиткова  
**Секретар:** д-р Златко Илијовски

**Технички секретар:** Доц. д-р Игор Пешевски

**Членови:** Проф. д-р Блажо Боев  
Проф. д-р Тодор Серафимовски  
Проф. д-р Милорад Јовановски  
Проф. д-р Орце Спасовски  
Проф. д-р Војо Мирчовски  
д-р Коста Јованов  
м-р Флорент Чиче  
Кирил Филев

### Финансиска поддршка:

ДПТУ „Бучим“ ДОО-Радовиш  
АДОРА ИНЖЕНЕРИНГ ДООЕЛ – Скопје  
Рудник “САСА” ДООЕЛ – Македонска Каменица  
Градежен Институт „Македонија“ АД – Скопје  
ГЕИНГ Кребс унд Кифер Интернешнл и др. ДОО – Скопје  
„Мермерен комбинат“ АД – Прилеп  
Простор ДОО – Куманово  
„Геохидроконсалтинг“ ДООЕЛ – Скопје  
„Геохидроинженеринг“ ДООЕЛ – Скопје  
Хидроинженеринг ДООЕЛ– Битола  
Градежен факултет – Скопје, Катедра за геотехника  
„ГЕОМАП“ ДОО – Скопје  
БУЛМАК ГРУП ДООЕЛ – Скопје  
ЕУРОМАКС РЕСОУРЦЕС ДОО – Скопје  
САРДИЧ МЦ ДООЕЛ – Скопје  
МАРКОВСКИ КОМПАНИ БОРЧЕ ДООЕЛ – Битола  
DIWI Македонија ДООЕЛ – Скопје  
ВАРДАРГРАДБА ДОО – Скопје

## ТЕКТОНСКА РЕОНИЗАЦИЈА И СЕИЗМИЧНОСТ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

<sup>1</sup>Благица Донева, <sup>1</sup>Тодор Делипетров, <sup>1</sup>Ѓорѓи Димов,  
<sup>1</sup>Зоран Панов, <sup>1</sup>Радмила К. Стефановска

<sup>1</sup>Факултет за природни и технички науки, Универзитет Гоце Делчев, Штун, blagica.doneva@ugd.edu.mk

### Апстракт

Врз основа на повеќедецениското истражување од областа на геологијата на територијата на Република Македонија, направена е тектонска реонизација на просторот и според опрделените геолошки критериуми издвоени се следните зони: Краиштинска зона, Српско - Македонска зона, Вардарска зона, Пелагониски масив, Западно - Македонска зона и Цукали - Краста зона. Овие зони, воглавно, се издвоени со длабински раседни структури и гледано низ геолошката историја, имаат различен развој.

Во неотектонската етапа, територијата на Македонија е поделена на три зони: Источно - Македонска зона која ги опфаќа Српско - Македонската маса и Краиштинската зона, Вардарска зона и Западно - Македонската зона која ја вклучува и Цукали - Краста зоната.

Досега регистрираната сеизмичност е директно поврзана со длабинските раседни структури ввдолж Вардарска зона, која е раседна структура од планетарен аспект, паралелните на неа Струмска зона и Дримска зона и попречните раседни структури на Вардарска зона тргнувајќи од север Тетово - Скопје - Крива Паланка, Дебар - Кочани - Делчево и Струмица - Валандово - Битола - Охрид.

Во трудот е анализирана досега регистрираната сеизмичност посебно локациите на земјотресите и нивните длабочини и издвоени се профили на кои се гледа распоредот на хипоцентрите на територијата на република Македонија. Анализата на длабочините на хипоцентрите укажува дека земјотресите во Македонија имаат тектонски карактер односно резултат се на напрегање во земјината кора не подлабока од 40 km. Просторно гледано најактивните сеизмички зони се регистрирани на пресеците помеѓу раседните структури од Вардарски смер и попречните на нив. Тектонската реонизација дава добра корелација со досега регистрираната сеизмичност односно како нај стабилна зона се појавува Пелагонскиот блок како и Западно – Македонската зона.

**Клучни зборови:** тектоника, реонизација, сеизмичност, сеизмогени зони

### ВОВЕД

Територијата на Република Македонија тектонски е поврзана со геодинамичките процеси кои се одвиваат на Балканскиот полуостров.

Во денешно време, просторот на Балканскиот полуостров се наоѓа во зоната на колизија помеѓу три големи плочи: Евроазиската, Африканската и Арапската кои се делат на помали плочи.

Сегашната геодинамика на Балканскиот регион е под контрола на активните тектонски процеси во Источниот

Медитеран и тоа: субдукцијата на Јадранската микро плоча под Динаридите, субдукцијата на Јонската и Левантинската микро плоча под Хеленскиот рововски систем и колизијата помеѓу Евроазиската и Арапската плоча кои се во врска со Северно Анадолскиот расед.

Територијата на Република Македонија како дел од Балканскиот регион, тектонски припаѓа на Медитеранската орогена област на Алпско-Хималајскиот појас.

## ТЕКТОНСКА И НЕОТЕКТОНСКА РЕОНИЗАЦИЈА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

Територијата на Република Македонија претставува дел од Балканскиот регион во која се вклучени неколку тектонски единици од прв (I) ред од Алпско-Хималајскиот појас.

Врз база на постојните принципи за тектонска реонизација, Западниот дел на територијата на Република Македонија, вклучувајќи го и Повардарието (како географски регион) припаѓа на Динаридите - Хеленидите. Територијата на Источна

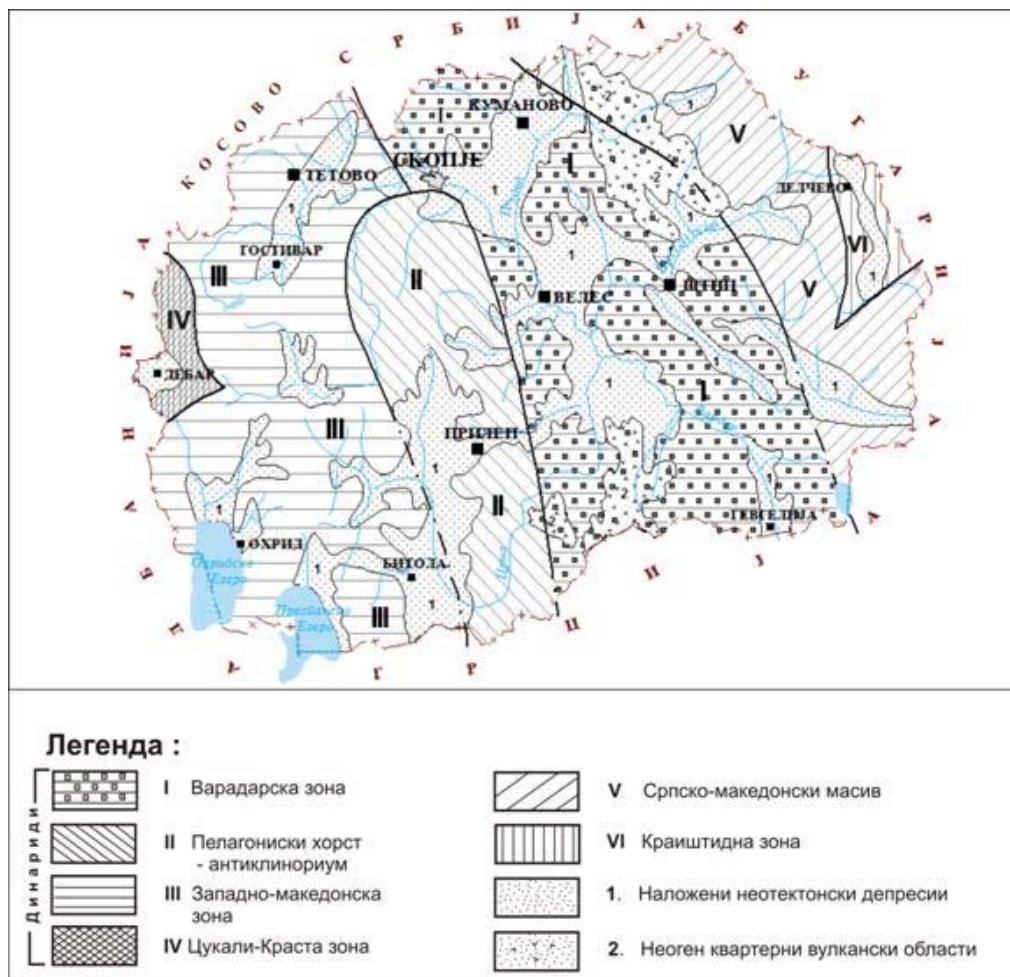


### Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

Македонија претставува дел од Српско-Македонскиот масив, додека по вдолжината на границатата со Бугарија се издвојува посебна зона, Краиштинска, која припаѓа на Карпато - Балканидите (сл. 1). Територијата на Република Македонија во целост влегува во медитеранската орогена област во која, кон крајот на палеоген и

почетокот на неоген, завршуваат геосинклиналните услови на развој, по што настапува континенталниот развој.

Неотектонскиот вулканизам во Македонија е широко распространет и тоа како во форма на големи вулкански маси, така и во вид на мали вулкански пробои и изливи.



Слика 1. Карта на тектонска реонизација на Македонија, (Арсовски, 1997)

Од страна на М. Арсовски и Р. Петковски, извршена е неотектонска реонизација на територијата на Македонија (сл. 2). Во Западна Македонија доминираат морфоструктурите на издигање чија височина надминува 2000 m. Морфоструктурите на издигање претставуваат блокови издолжени во меридијален правец. Во овој правец се издолжени и грабенските структури. Сето ова укажува дека во неотектонска етапа на фонот на општото издигање доаѓа до експанзија ориентирана исток – запад. Морфоструктурите во Вардарска зона се карактеризираат со тоа што планинските

масиви како морфоструктури на издигање имаат средна височина од 1000 – 1500 m.

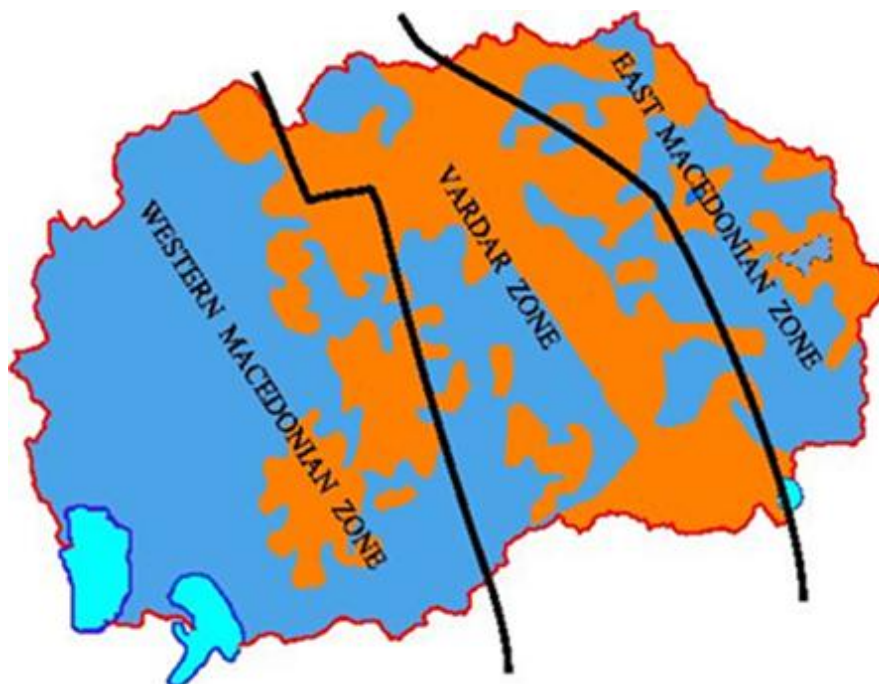
Доминантна улога во Вардарската зона имаат депресиите (Скопска (I), Овчеполска (II), Тиквешка (III) и др.) кои се наложени преку постарите структури и имаат сложени форми, со тоа што нивната средна височина е 100 – 400 m. Со интензитетот на вертикалните движења, чиј одраз се гледа во современиот релјеф, а спрема морфоструктурите од повисок ред, е констатирано дека хоризонталната компонента на екстензија во различни зони е ориентирана различно.

### Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

За разлика од Вардарската зона, во Источна Македонија морфоструктурите на издигање се претставени со планински масиви од 1600 – 1800 m, додека депресиите се претставени со гребени интензивно потонати и ориентирани во правец исток – запад. И овде главна компонента на напрегање е ориентирана во вертикален

правец, додека оската на екстензија е во меридијански правец.

Издвоените неотектонски зони (Западно Македонската, Вардарската и Источно Македонската зона) меѓусебно доста се разликуваат.



Слика 2. Неотектонска реонизација на Република Македонија

### ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА СЕИЗМИЧНОСТА НА ТЕРИТОРИЈАТА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

Територијата на Република Македонија, тектонски, припаѓа на Медитеранската орогена област на Алпско - Хималајскиот појас. Условена од ваквата тектонска припадност, сеизмичката активност на овој регион, според досегашните истражувања на Балканот (UNDP/UNESCO Survey of the Balkan Region, UNESCO, Skopje, 1974, и др.) е една од најсилните на копнениот дел на овој полуостров.

Во овој регион е честа појавата на катастрофални земјотреси со епицентрален интензитет до X според MSK-64 и магнитуда до 7.8 (која воедно е и највисока набљудувана магнитуда на Балканскиот Полуостров, Пехчево-Кресненскиот земјотрес од 1904 год., со магнитуда  $M = 7.8$ ).

Епицентралните подрачја на територијата на Република Македонија се опфатени со три крупни сеизмогени зони: Западно -

македонска, Вардарска и Источно - Македонска сеизмогена зона.

**Западно - македонска сеизмогена зона** - Кореспондира со две тектонски единици: Западно - Македонската зона со нејзините преодни делови кон Мирдитите во Република Албанија и Пелагонискиот хорст - антиклинориум. Во неа се издвоени неколку епицентрални подрачја: Тетово - Гостивар, Дебар, Кичево, Пештани - Охрид - Струга, Битола и Битола - Лерин.

**Вардарска сеизмогена зона** - Оваа зона е дефинирана како најлабилна тектонска единица на Балканскиот полуостров, во која што алпските орогени процеси биле многу изразени и истите продолжуваат и во неотектонската етапа.

Сеизмичноста во оваа зона е особено изразена во подрачјата на вкрстување на реактивираниите стари раседи од Вардарска насока со неотектонските раседи кои

### Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

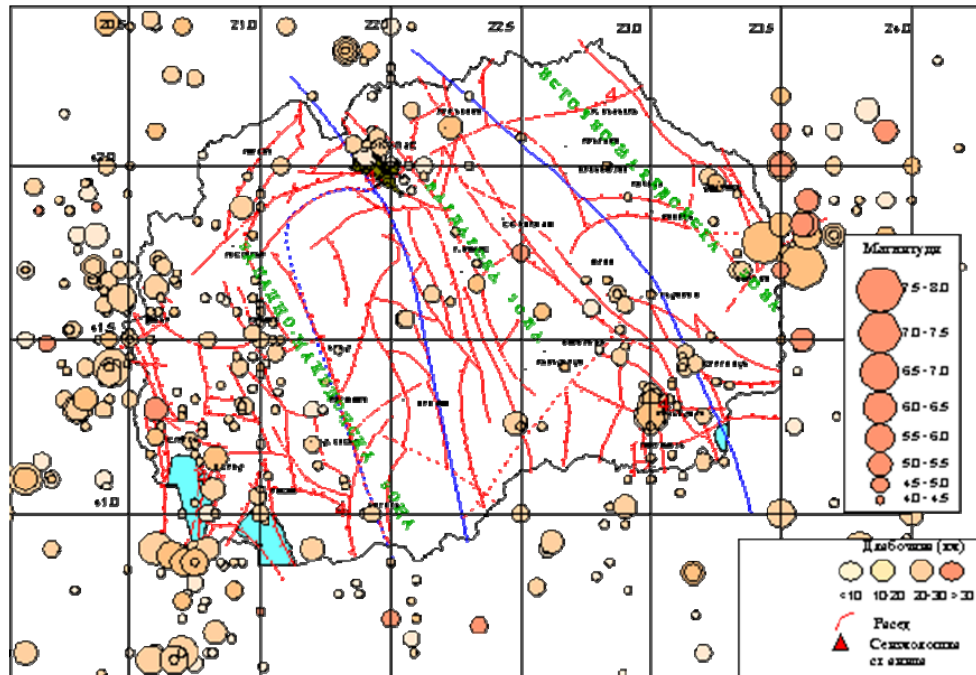
доминантно се протегаат во напречен правец.

Епицентрални подрачја на силни земјотреси од оваа зона се: Скопје, Валандово, Гевгелија, Мрежичко.

**Источно - македонска сеизмогена зона** - Најдоминантно влијание врз територијата на Република Македонија од сите

епицентрални подрачја од оваа сеизмогена зона има епицентралното подрачје Пехчево - Кресна. Ова подрачје главно е поврзано со неотектонските деструктивни процеси во Краиштинската зона.

Просторната распределба на епицентрите на земјотресите е прикажана на сл. 3.



Слика 3. Карта на епицентри на земјотресите од Република Македонија и пограничните предели во периодот од 1900-2000 година,  $4.0 < M < 8.0$  (Сеизмолошка опсерваторија Скопје-ПМФ)

Врз основа на сеизмолошките податоци, издвоени се главните сеизмогени извори (сл. 4) и сеизмогени зони (сл. 5) во Македонија.

Анализата на епицентралните карти покажува дека земјотресите во Македонија настануваат скоро по целата територија, но нивната распределба покажува тенденција кон одредено просторно групирање. Јасно се забележува групирање на земјотресите во Македонија во три главни зони и тоа: Дримска, Вардарска и Струмичка.

Тие зони, покрај другото, се разликуваат и според следните поважни елементи: интензивност на сеизмичка активност, максимална магнитуда на најсилниот случаен земјотрес, длабочината на сеизмоактивниот слој во земјината кора, карактеристиките на функцијата  $N(M)$ , карактеристиките на ослободувањето на сеизмичката енергија и коефициентот на придушувањето на таа енергија.

Пleistoseistите на плитките земјотреси ( $h < 40$  km), како што е случајот на земјотресите во Македонија, во доволна мера ја одредуваат сумарната енергија која потекнува од жариштето на земјотресот. Тие на површината на земјата истовремено приближно ја одредуваат и проекцијата на површината на раседот (т.е. жариштето). Истото својство го имаат и подрачјата кои на површината на земјата ги формираат афтершоковите на главните земјотреси.

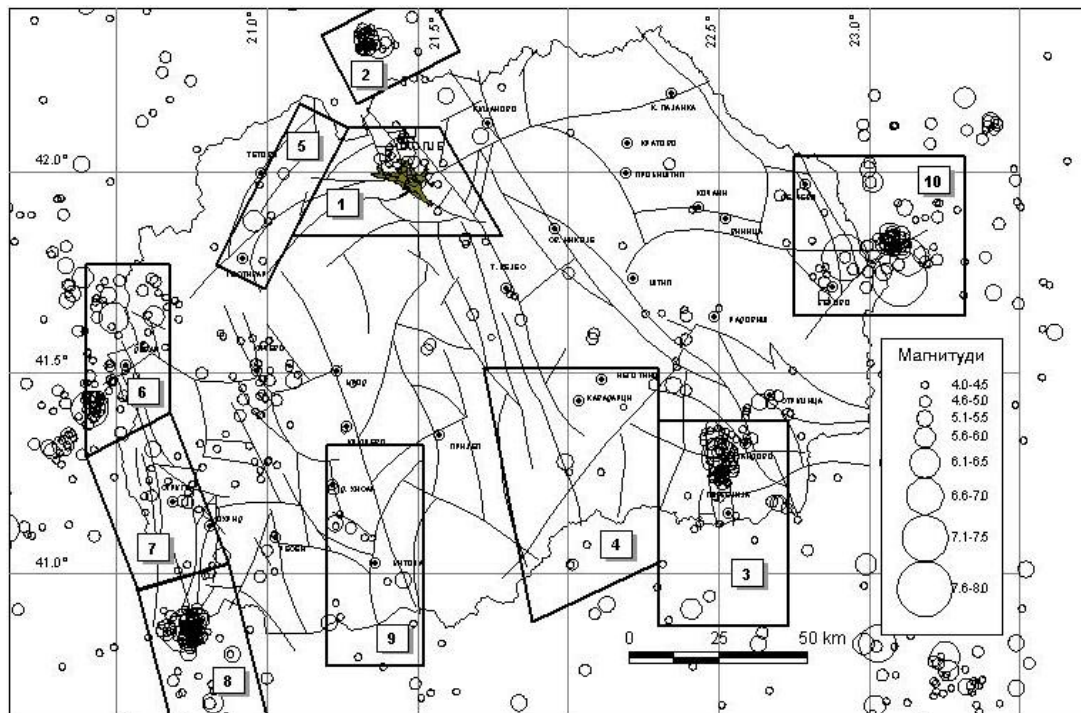
Жариштата на сите до сега случени посилни земјотреси во Македонија се наоѓаат вдоль тектонските раседи, кои со различни големини и ориентации ги одредуваат главните тектонски системи и тоа: дримскиот, вардарскиот и струмскиот. Со тоа се потврдува сознанието дека основните сеизмоактивните зони во Македонија се воедно и зони на крупни системи, регионални тектонски раседи и дислокации.



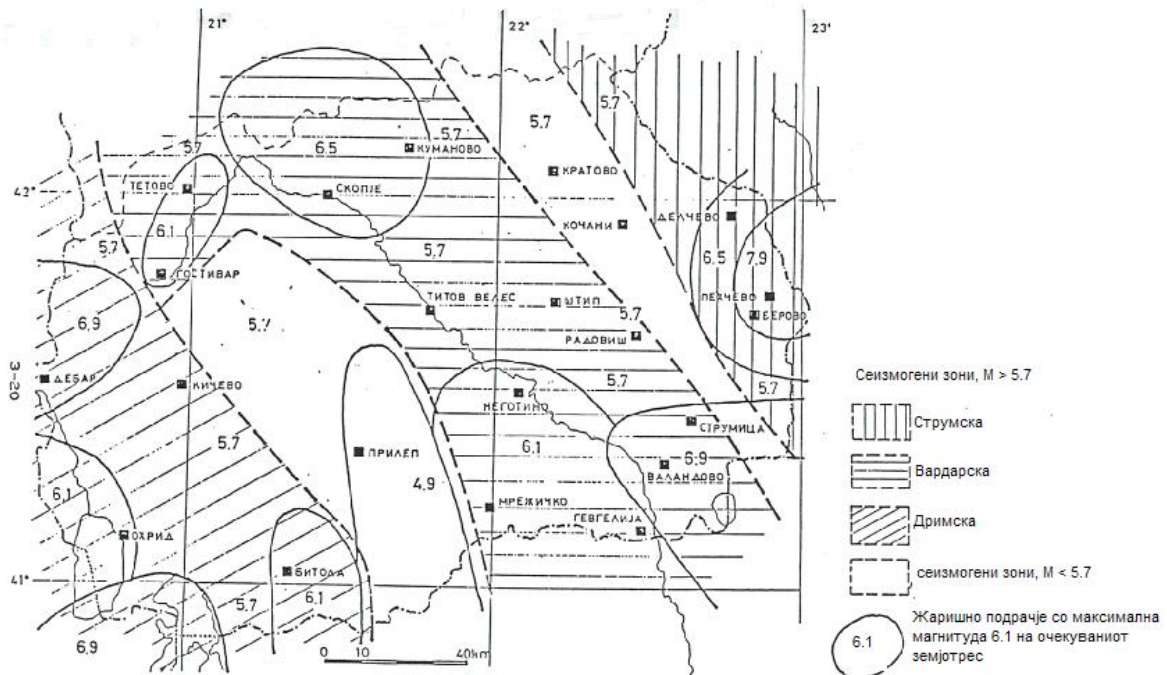
### Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

Забележано е исто така дека местата од тие зони во кои што се сечат или вкрстуваат раседи (тектонските јазли) се места со најинтензивна сеизмичка активност. Во

едни случаи, тие места се извори на автохтони земјотреси, а во други се зони на аномална апсорпција на сеизмичката енергија од подалечни земјотреси.



Слика 4. Карта на сеизмогени извори на територијата на Република Македонија за максимална очекувана магнитуда  $M_L \geq 6.0$  (1. Скопје; 2. Урошевац; 3. Валандово; 4. Мрежичко; 5. Тетово - Гостивар; 6. Дебар и Пешкопеја; 7. Пештани - Охрид - Струга; 8. Јужен дел на Охридско езеро; 9. Битола; 10. Пехчево-Кресна.)



Слика 5. Карта на сеизмогени зони на територијата на Република Македонија (според Д. Хациевски, 1985)

## Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

Насоките на подолгите оски на изосеистите и афтершоковските подрачја на случените земјотреси во најголем дел ја следат насоката на протегањето на тектонскиот систем во кој настанале.

Сеизмогените зони претставуваат вкупност на плеистосеистичките површини на случените и очекуваните земјотреси. Таму каде што постојат изосеисти на случени

земјотреси, широчината на сеизмогената зона ја опфаќа целата плеистосеистичка површина (вклучувајќи ги изосеистите од VIII степени), а таму каде што не постојат изосеисти за понатамошно проучување на сеизмогената зона се прибегнува кон аналогича вдоль единствениот систем раседи.

### ЗАКЛУЧОК

Од сето погоре наведено може да се заклучи дека:

- Територијата на Република Македонија тектонски е поврзана со геодинамичките процеси кои се одвиваат на Балканскиот полуостров.
- Епицентралните подрачја на територијата на Република Македонија се опфатени со три крупни сеизмогени зони: Западно - македонска, Вардарска и Источно - Македонска сеизмогена зона.
- Одредувањето на сеизмогените извори во однос на максимално очекуваната магнитуда на земјотресите има посебна важност за оценката на сеизмичкиот hazard за соодветната територија.
- Во смисла на геолошки критериуми за сеизмичноста, најголемо влијание е посветено на активноста на раседите и поместувањата вдоль нив, геолошкиот развој на одделни геолошки структури и блокови, како и времето на најинтензивна тектонска активност.
- Територијата на Република Македонија сеизмичноста е распоредена во одделни

епицентрални подрачја каде што современата тектонска активност е особено изразена.

- Епицентрите на сите досега случени земјотреси се наоѓаат вдоль познатите тектонски раседи, и лабилни зони при што, подрачјата во кои раседите се вкрстуваат се места со најинтензивна сеизмичка активност.
- Хипоцентрите на земјотресите во Република Македонија се плитки, од 2 до 40 km, односно во границите на Земјината кора. Ова укажува дека сеизмичноста е поврзана со деформациите во горните делови на литосферата, односно со деструкцијата на Земјината кора, условена од тектонските движења кои продолжуваат во сегашно време.
- Резултатите од проучувањето на глобалната сеизмичност на Балканскиот регион укажуваат на фактот дека основните сеизмогени зони во Македонија се само сегменти од покрупните сеизмогени линеamenti кои се протегаат низ Балканскиот полуостров северно и јужно од Македонија.

### ЛИТЕРАТУРА

- Arsovski, M., Hadzievski, D.: Correlation between Neotectonics and Seismicity of Macedonia. Tectonophysics, 9 (1970), Amsterdam.
- Даскалов Т., „Сеизмотектонски модел на Валандовското епицентрално подрачје“, магистерски труд, Факултет за природни и технички науки, Штип, 2011
- Делипетров Т., „Врската помеѓу коровите и поткоровите структури на територијата на Македонија и сеизмичноста“, докторска дисертација, Рударско - геолошки факултет, Штип, 1991
- Донева Б., „Дефинирање на корелационата зависност помеѓу сеизмичкото и магнетното поле - модел за Република Македонија“, докторска дисертација,

Факултет за природни и технички науки, Штип, 2014.

- Хаџиевски д., Пекевски Л., „Основни параметри на регионалната сеизмичност на територијата на СР Македонија“, Меѓурепубличко - покраински научно - истражувачки проект од областа на сеизмологијата и земјотресното инженерство (А. Област: Сеизмологија, Книга 3), УКИМ, ПМФ, Сеизмолошка опсерваторија Скопје, 1985
- Просторен план на Република Македонија - Услови за појава и заштита од сеизмички катастрофи (работна верзија), ИЗИИС и Сеизмолошка опсерваторија при ПМФ, Скопје, 1998.